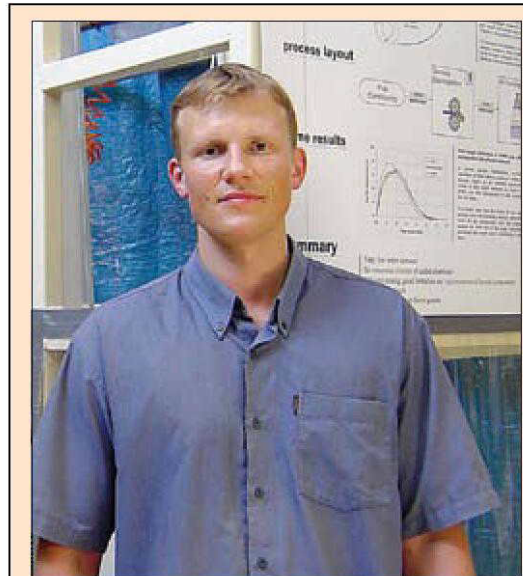


Em busca da produção de papel sem água

Por Marina Faleiros

Apesar de toda a tecnologia aplicada ao processo de fabricação de papel hoje em dia, alguns desafios ainda permanecem no setor. Um deles é o consumo de água, ainda necessária em grande escala para dispersar a polpa e se chegar ao produto final, apesar do constante fechamento de circuitos e redução de perdas. Além disso, outro agravante se refere à grande relação existente entre a utilização de água e o aumento de gasto com energia. Por esses motivos, diversos cientistas se debruçam sobre o tema em busca de soluções que permitam aplicação em escala industrial.

Entre esses estudiosos está **Alexey Kononov**, mestre em Ciências de Tecnologia do Papel pela Universidade de Tecnologia de Helsinque (TKK). Ele chefiou a equipe que estudou o Air Dynamic Forming (ADF – Sistema de Formação Dinâmica com Ar), técnica que dispersa a massa em fibras úmidas de madeira em uma corrente de ar, eliminando o uso da água nessa etapa do processo. “Todo o transporte de fibras no circuito de aproximação, assim como a formação, ocorrem por fluxo de ar, em um sistema pneumático”, conta. Nesta entrevista, ele fala sobre o estudo conduzido na TKK de 2000 a 2006 e aborda os desafios para os cientistas que buscam uma tecnologia tão inovadora para a indústria. Atualmente, Kononov é gerente de Produto e Pesquisa & Desenvolvimento da Divisão de Máquinas de Papel da Andritz, na Áustria.



ARQUIVO PESSOAL

Kononov acredita que em até 10 anos o ADF pode ganhar interesse comercial

O Papel – A indústria de celulose e papel utiliza uma grande quantidade de água nos seus sistemas de produção. Como as empresas estão atualmente procurando reduzir esse consumo?

Alexey Kononov – Há várias formas de se reduzir o consumo de água. O procedimento principal se dá com o maior fechamento possível do sistema de águas. Isso inclui a reciclagem máxima da água de processo da fábrica. Desse modo, minimiza-se a demanda de entrada de água fresca, assim como a des-

carga de efluentes para o ambiente. Algumas fábricas modernas, que processam fibras recicladas, registram ter estabelecido operação com efluente zero. As iniciativas atuais para o fechamento do processo reduzem significativamente o consumo específico de água de fábricas de celulose e papel modernas; contudo, as quantidades de água de processo continuam grandes.

A segunda opção é o aumento da consistência da massa nos principais estágios do processo. Por exemplo, consistência média (CM) da massa na

polpação resulta em notável redução no uso de água. No entanto, a consistência na operação de fabricação de papel ainda é muito baixa (há grande diluição). As tentativas de praticar processos de produção com alta ou média consistência ainda não resultaram em aplicações comerciais.

A terceira opção para a fabricação de papel consistiria em reduzir o volume presente no sistema de circulação. Já estão disponíveis no mercado partes úmidas de máquinas com sistemas compactos, como o sistema POM, por exemplo.

O Papel – O senhor realizou estudo em que propõe às empresas modificar a preparação de massa de modo a reduzir o consumo de água. Quais são, exatamente, os modos com que a água de processo pode ser reduzida?

Kononov – No sistema ADF a parte úmida é substituída por um estágio semi-seco, em que se elimina por completo o fluxo contínuo de água. Isso significa que a massa ou a polpa não são dispersas em água, mas fibras úmidas de madeira são fluidizadas em uma corrente de ar. Todo o transporte de fibras no circuito de aproximação, assim como a formação, ocorrem por fluxo de ar – sistema pneumático (nos sistemas tradicionais, é feito por água). Portanto, no processo ADF a preparação de massa, o sistema de aproximação e as malhas das circulações longa e curta não usam nenhuma água líquida.

O Papel – O senhor poderia descrever brevemente o sistema ADF e como pode mudar a atual técnica utilizada pelas empresas para a produção de papel?

Kononov – O processo começa com a polpa seca de mercado, que é pré-condicionada no sistema de preparação de massa. A polpa seca é reumedecida – ou reumedecida e refinada – com teor final de sólidos de cerca de 50%. Após o pré-condicionamento, a polpa semi-seca é

enviada para desintegração e, então, separada e fluidizada; as fibras úmidas são opcionalmente adicionadas com cargas minerais secas e levadas para a unidade de formação por corrente de ar. As condições de processo são ajustadas para prevenir degradação das propriedades das fibras – isso mantendo o teor de umidade residual acima de 30%, o que permite às fibras preservar sua flexibilidade e conformabilidade. Após a unidade de formação, a folha formada via ar passa para a prensa semi-úmida, onde é reumedecida com reposição de cerca de 30% de água (pode ser apenas por chuveiramento). Isso promove a ligação das fibras durante a prensagem/secagem final que se segue. Dependendo do produto fabricado, químicos funcionais (por exemplo, amido) podem ser aplicados à folha por meio da água de reposição. O ar quente e úmido exausto é retornado ao estágio de pré-condicionamento. Com isso, são minimizadas perdas de energia.

A tecnologia ADF é mais adequada a fábricas de papel não integradas localizadas próximas do usuário final, caso em que a disponibilidade no suprimento de água e energia é normalmente limitada. Visto que a necessidade de grandes volumes de processo foi eliminada, as dimensões totais de uma máquina de papel ADF

(inclusive sistemas auxiliares) podem ser menores (com menor custo de capital), assim como pode ser menor também a demanda de energia.

A maioria das unidades de processo para a máquina de papel ADF emergente pode ser unificada com os equipamentos existentes, mas que podem ser reduzidos mantendo-se a rentabilidade. Haverá apenas o redesenho de umas poucas unidades, inclusive a de dispersão.

O conceito existente de “economia de escala” aplicado a máquinas modernas convencionais não seria válido, muito provavelmente, para o processo ADF. A planta ADF é sugerida como adequada ao conceito das assim definidas “fábricas urbanas” (*city mills*). Segundo esse conceito, máquinas pequenas com freqüentes trocas de fabricação, próximas ao usuário final, resultam competitivas. A menor demanda de energia específica prevista seria um dos fatores de apoio da tese.

O Papel – Quais desafios de desenvolvimento de propriedades das fibras ainda existem para o sistema ADF?

Kononov – No processo estado-da-arte, é utilizado refino para o melhoramento da resistência do papel. O sistema de refinação convencional da fibra desenvolve sua fibrilação tanto interna como exter-

ÚLTIMA TECNOLOGIA PARA RECEPÇÃO DE MADEIRA
LOGMETER⁴⁰⁰⁰

VISITE-NOS NA EXPOFOREST
CURITIBA - NOVEMBRO 2008



SISTEMA LASER PARA MEDIÇÃO DE VOLUME SÓLIDO
DE MADEIRA - AUTOMÁTICO, PRECISO E CONFIÁVEL

WOODTECH
MEASUREMENT SOLUTIONS

CHILE - BRASIL - ARGENTINA

Fone (55-47) 9927 2425 - info@woodtechms.com - www.woodtechms.com

na e também gera finos orgânicos. Para o processo ADF é crucial desenvolver somente a estrutura interna da fibra, com efeito mínimo ou nulo na superfície externa, e sem geração de finos.

Para ampliar a linha de produtos do ADF, pode ser necessário o desenvolvimento de métodos de pré-tratamento das fibras antes da desintegração semi-seca.

O Papel – *No processo ADF a parte úmida é substituída por estágio semi-seco, sem fluxo contínuo de água. Quais as condições para esse processo obter bons resultados na produção de papel?*

Kononov – As questões-chave são o teor médio de umidade da polpa (dentro de certa faixa) na preparação da massa e durante as fases de formação; a umidade e a temperatura do ar de processo; e o desenho apropriado do elemento dispersor para a desintegração semi-seca. Esses são os três fatores mais importantes. Além disso, reumedecimento e prensagem terão nas propriedades finais do papel efeito mais forte do que no método de fabricação convencional.

O Papel – *Quais as classes de papel que poderiam ser fabricadas com o processo ADF?*

Kononov – A primeira opção seria para os produtos tissue. As experiências preliminares indicam também potencial para papéis de imprimir/escrever com alto teor de carga mineral. A fonte preferencial de matérias-primas seria a de fibras virgens e também de polpas com baixo conteúdo de finos orgânicos. Quanto a produtos de papel que requeiram alto grau de refino ou com alto teor de finos orgânicos, o processo ADF não é o apropriado.

O Papel – *Quais os avanços ainda necessários para que o ADF seja aplicável em uma fábrica existente?*

Kononov – É necessário ulterior desenvolvimento para a refinação em escala industrial e para o equipamento de desintegração da polpa semi-seca.

O Papel – *Quando o senhor pensa que o processo ADF estará pronto para aplicação na indústria?*

Kononov – Há alguns fatores que interferem na implementação do ADF em escala industrial. O primeiro e provavelmente principal fator refere-se às exigências postas à indústria de celulose e papel para que reduza substancialmente o uso de energia, consumos de água e custos de capital. No contexto da atual tendência mundial de maiores custos de energia e água, os papeleiros deverão enfrentar a necessidade de mudanças revolucionárias no processo para continuarem lucrativos. Em minha opinião, este é um evento de médio prazo, dentro dos próximos 20 anos. Outro fator importante é a necessidade de novos produtos, que deverá demandar adaptações do processo. A baixa consistência convencional na fabricação de papel não tem flexibilidade para isso. Portanto, eu entendo que o interesse pelo processo ADF deverá crescer e que o procedimento comercial deva evoluir de cinco a dez anos.

O Papel – *Como o senhor obteve apoio para sua pesquisa? O senhor acha que as pesquisas no setor têm recebido o apoio necessário?*

Kononov – Minha pesquisa tem sido desenvolvida na Finlândia, na TKK, no Laboratório de Tecnologia do Papel e da Impressão. Posso afir-

mar que o apoio à pesquisa acadêmica na área da Indústria de Produtos Florestais é muito forte na Finlândia. Obtive o principal apoio organizacional e científico de meu professor Hannu Paulapuro, assim como do prof. Kari Ebeling e do Ph.D. Victor Drobozyuk. Desfrutei de bastante liberdade para a realização de meus estudos, assim como das excelentes instalações de pesquisa. O principal financiamento foi feito pela Agência Nacional de Tecnologia da Finlândia (Tekes) e, parcialmente, por empresas industriais.

Em minha opinião, a extensão do apoio à pesquisa depende muito do instituto de pesquisas, do país e do tema. Posso afirmar que alguns temas, como biorrefinarias, biocompostos e nanopartículas na produção de papel, entre outros, são muito bem incentivados, mas os tópicos convencionais, como formação, prensagem e semelhantes, têm recebido cada vez menos atenção e apoio.

O Papel – *Quais conselhos o senhor daria a cientistas para que prossigam com suas pesquisas?*

Kononov – As coisas mais importantes são acreditar no que se está fazendo e ter interesse nisso. A paciência é também um componente, pois a maioria das descobertas vem de trabalho árduo.

O Papel – *Por favor, sinta-se à vontade para qualquer outro comentário.*

Kononov – Segundo minha experiência, a parte mais difícil da pesquisa é convencer o parceiro industrial a financiar a transição de escala laboratorial para a aplicação industrial, especialmente se o objeto da pesquisa for novo. Para setores muito conservadores, como o de fabricação de papel, isso é tarefa ainda mais difícil. ▲

The search for producing paper without water

By Marina Faleiros

Despite all the technology applied today in the paper production process, some challenges still remain in the sector. One of them is water consumption, since even with the constant closing of circuits and reduction of losses, water is still necessary on a large scale in order to disperse the pulp fibers and obtain the planned end product. Another negative aspect is that there exists a very close relationship between water usage and energy consumption. For these reasons, several scientists have been studying this subject matter in an attempt to come up with solutions that can be applied on an industrial scale.

One such scientist is **Alexey Kononov**, a master in Paper Technology Sciences at the Helsinki University of Technology (TKK), who spearheaded the team that studied Air Dynamic Forming (ADF), a technique that fluidizes the wet fibers of wood in an air current, eliminating the use of water in this stage of the process. "The entire transporting of fibers in the approach system circuit, as well as the forming, is done by an air flow, in a pneumatic system", he says. In this interview, he talks about the study conducted at TKK over the 2000-2006 period, and what are the challenges for scientists pursuing such an innovative technology for the industry. At present, Kononov is a product research and development manager at Andritz's paper machine division in Austria.



PERSONAL ARCHIVE

Kononov believes that in 10 years the ADF may be commercially attractive

O Papel - The pulp and paper sector make use of a huge amount of water in its production systems. How are the companies nowadays managing to reduce this demand?

Alexey Kononov - There are several approaches to decrease water usage. The main direction is to close water system as much as possible. This includes maximum recycling of the process water in the mill. The demand for fresh water intake is minimized as well as discharge of waste water into the nature. Some modern paper mills, which operate with recycled fibers, are reporting to perform zero-effluent operation. The nowadays measures for closing

the process significantly reduce the specific water consumption of modern pulp and paper mills. However, the volumes of process water remain large.

The second option is to increase stock consistency in the main process stages. For example, the medium consistency (MC) process in pulping brings significant reduction of water usage. Meanwhile, in papermaking, the operating consistency is still very low (high dilution). The attempts to provide papermaking process at medium or high consistency have not yet resulted into the commercial application.

The third option for papermaking

is to decrease the operating volume of water circulation system. Such compact wet-end systems are already available on the market, for example POM-system.

O Papel - You performed a study proposing that companies could change the stock preparation in order to reduce water consumption. In exactly which ways water can be reduced in the process and how could this happen?

Kononov - In the ADF a wet-end is substituted with a semidry stage, where a continuous water flow is completely eliminated. It means that pulp/furnish is not dispersed

in water; but moist wood fibers are fluidized in air stream. All furnish transportation in the approach system as well as forming are done by air stream (pneumatic system). In traditional system it is done with water. Therefore, in ADF process stock preparation, approach system and short/long circulation systems do not use liquid water at all.

O Papel - Can you briefly explain the Air Dynamic Forming and in which ways it can change the practice companies produce paper nowadays?

Kononov - Process is starting with dry market pulp, which is preconditioned in the stock preparation system. Dry pulp is rewetted or rewetted and refined with final solids content of about 50%. After preconditioning, semidry pulp is directed to the disintegration and then

separated and fluidized in air; moist fibers are optionally mixed with dry fillers and delivered by air stream to the forming unit. Process conditions are adjusted to prevent degradation of fiber properties by keeping residual moisture content above 30%, allowing fibers to preserve their flexibility and conformability. After forming unit, air-formed web enters the semi-wet press where it is rewetted with about 30% of make-up water (can be just spraying). This promotes fiber bonding during followed final pressing/drying. Depending on the final product, functional chemicals (for example, starch) can be applied into the web with make-up water. The exhaust moist warm air is returned back into the preconditioning stage. Thus, the energy losses are minimized.

ADF technology suits better for a non-integrated paper mill located

nearby the end user; where the availability of water and energy supply is likely limited. Since the need for large process volumes is eliminated, the overall dimension of ADF paper machine (including auxiliary systems) can be smaller (lower capital costs) as well as energy demand.

A majority of process units for the emerging ADF PM can be unified with the existing equipment, but can be scaled down at the same profitability. There will be only a few newly designed units including dispergator.

The existing concept of "economy of scale" applied for modern wet-laid PMs, most likely would not be valid for ADF process. It is suggested that the ADF could benefit for so called "city mill" concept. According to this concept small machine with frequent grade change next to the end user is competitive. The estimated smaller



A evolução no consumo de papéis faz com que a QUIMIPEL inove cada vez mais, através da busca constante por novas tecnologias que garantam a preservação do meio-ambiente.

Consciente de sua responsabilidade em relação à natureza, a QUIMIPEL evolui na forma como trabalha, preservando não apenas o compromisso com seus clientes, mas também o respeito com a matéria-prima que utiliza.

specific energy demand would be one of the arguments to support that.

O Papel - So far, what are the challenges for the fiber properties still to be developed in the ADF system?

Kononov - In the state-of-the-art process, pulp refining is used to improve paper strength. The conventional refining system develops both internal and external fiber fibrillation and also generates organic fines. For the ADF process it is crucial to develop only internal fiber structure with minimal or no effects on the fiber surface, and no fine generation.

In order to broaden the product range for ADF application, the development of fiber pretreatment methods before semidry disintegration can be necessary.

O Papel - In the ADF a wet-end is substituted with a semidry stage, without a continuous water flow. Which are the conditions for this process to get good results in paper production?

Kononov - The key-issues are the medium pulp moisture content (within certain range) in the stock preparation and during forming stages, the temperature and humidity of the process air; and the proper design of the dispergator for semidry disintegration. These are the three the most important factors. Additionally, rewetting and pressing will have stronger effect on the final paper properties than in the conventional papermaking.

O Papel - Which grades of paper could be made with the ADF process?

Kononov - The first option would be the tissue products. The preliminary experiments show the

potential also for printing/writing papers with high filler content. The preferable source of raw material is virgin fibers as well as pulps with low organic fines content. For the paper products, which require high refining degree or have high organic fines content, the ADF process is not suitable.

O Papel - Which steps are missing for making the ADF applicable in an existing factory?

Kononov - Further development is needed for the industrial scale refining and disintegration equipment for the semidry pulp.

O Papel - When do you think the ADF process will be ready for use in industries? Is this day foreseeable?

Kononov - There are several factors which effect the implementation of the ADF in the industrial scale. First and probably the main factor are the demands to the Pulp and Paper industry to significantly reduce energy, water consumptions and capital costs. Within the current world trend to higher energy and water prices the papermakers will face the need for revolutionary change in the process to stay profitable. In my opinion, this is the midterm event, within next 20 years. The other significant factor is the need for new products, which will demand adaptation of the process. The conventional low consistency papermaking is not flexible for that.

Therefore, I can suggest that the interest to ADF process will grow, and the commercial process would evolve within 5-10 years.

O Papel - How did you get support for your research? Do you think that studies for the sector are well sponsored?

Kononov - My research has been conducted in Finland at Helsinki University of Technology (TKK) in the Laboratory of Paper and Printing Technology. I can say that the academic research support in the area of Forest Products Industry in Finland is very strong. The main organisational and scientific support I have got from my professor Hannu Paulapuro as well as from Prof. Kari Ebeling and Ph.D. Victor Drobosyuk. There was enough freedom to develop my studies as well as the excellent research facilities. The main financing was done by TEKES (the National Technology Agency of Finland), and partially by the industrial companies.

In my opinion, the amount of research support depends a lot on the research institute, country and on the topic. I can say that some topics such as bio-refinery, bio-composites, nanoparticles in papermaking etc. are supported very well. But the conventional topics, i.e., forming, pressing, are getting less and less attention and support.

O Papel - Which advices would you give to scientists for persisting in their researches?

Kononov - The most important things are to believe in what you are doing and to be interested in that. The patience is also a key, since the most of discoveries come through the hard work.

O Papel - Please, feel free for any further comment

Kononov - In my experience, the most difficult part of research is to convince the industrial partners to finance the transition from the laboratory scale to the industrial application, especially if the topic of research is new. For very conservative area as papermaking this is even more difficult. 